

## Method and apparatus for detecting roundness defects in a railway vehicle wheel

Publication number: JP2003535755T

Publication date: 2003-12-02

Inventor:

Applicant:

Classification:

- international: **B61K9/12; G01B7/28; G01B21/12; G01M17/10; B61K9/00; G01B7/28; G01B21/10; G01M17/08; (IPC1-7): B61K9/12; G01B21/20**

- european: **B61K9/12; G01B7/28C; G01B21/12; G01M17/10**

Application number: JP20020501708T 20010605

Priority number(s): WO2001EP06351 20010605; IT2000TO00535 20000606

Also published as:



WO0194175 (A1)

US2003160133 (A1)

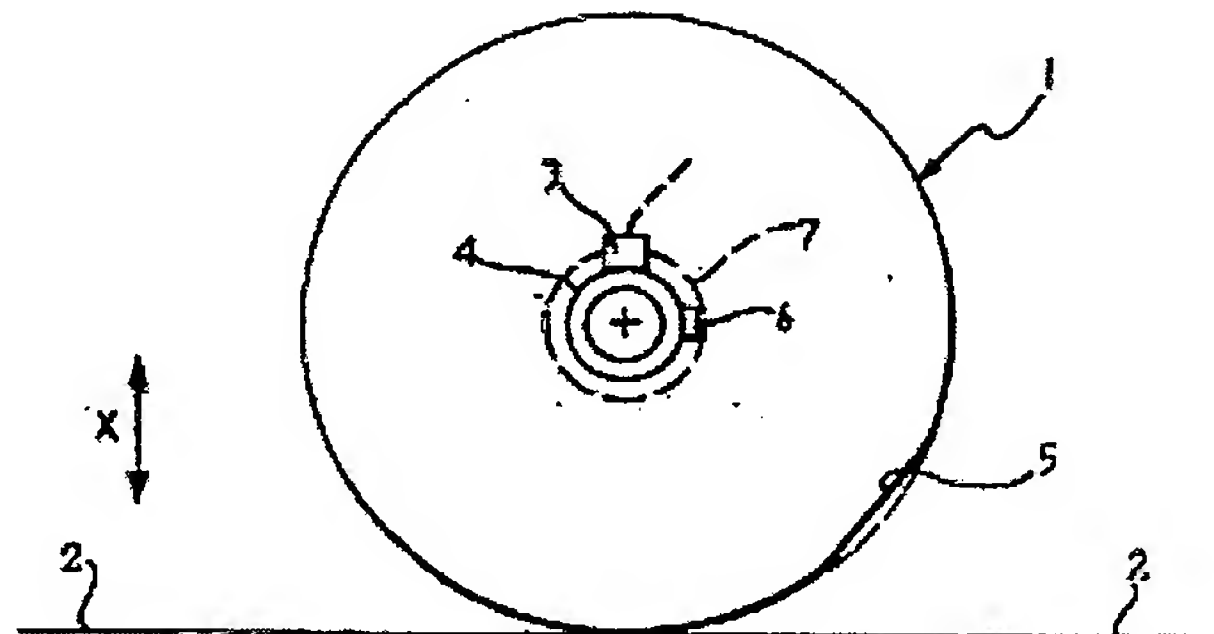
EP1292479 (A0)

Report a data error here

Abstract not available for JP2003535755T

Abstract of corresponding document: **US2003160133**

A motion sensor (3) is associated with a wheel (1) of a railway vehicle for generating a signal (M) indicative of the motion of the wheel along a vertical axis (x). A rotation sensor (6) provides a signal (S) indicative of the rotational speed of the wheel (1). The motion (M) and rotational speed (S) signals are received by an electronic processing unit (E) which correlates these signals using the speed signal (S) to divide the vertical motion signal (M) in subsequent time portions or frames, each corresponding to a complete rotation of the wheel. A mean of the subsequent time portions of the motion signal stored over a period of time is calculated to identify actual or incipient roundness defects of the wheel.



REST AVAILABLE COPY

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームト* (参考)
B 6 1 K 9/12		B 6 1 K 9/12	2 F 0 6 9
G 0 1 B 21/20		G 0 1 B 21/20	C

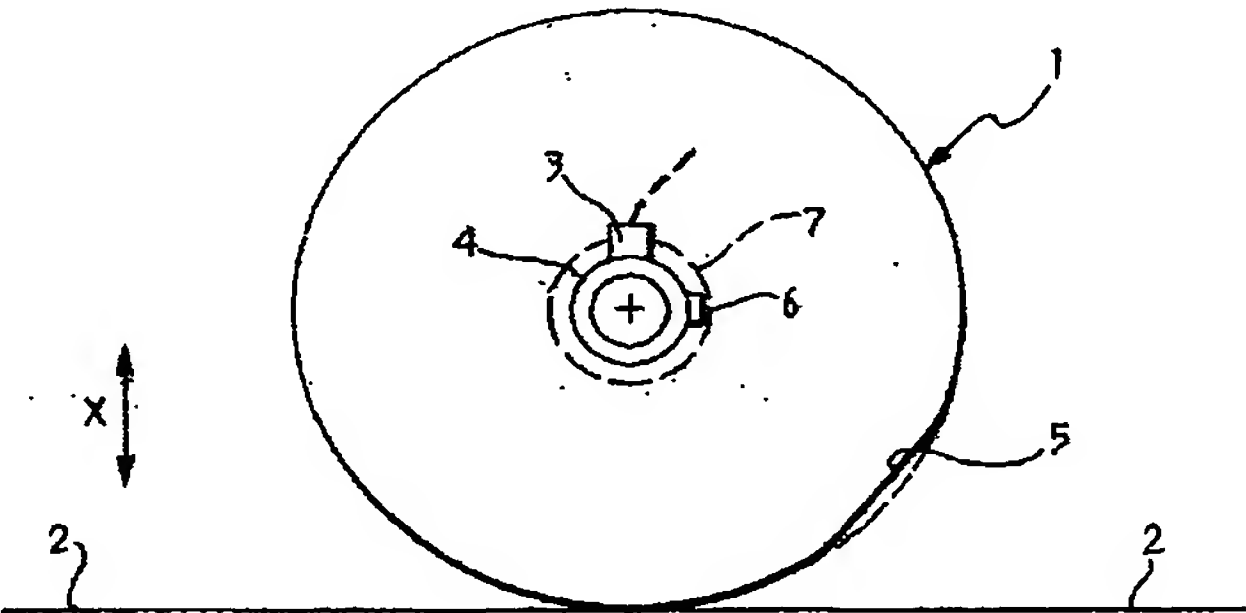
審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 16 頁)

(21)出願番号	特願2002－501708(P2002－501708)	(71)出願人	エスケーエフ インダストリー ソシエタ ベル アテオニ SKF INDUSTRIE SPA イタリア国 アイー10121 トリノ ヴィ ア アルシベスコパド 1 Via Arcivescovado, 1 I－10121 TORINO Italy
(86) (22)出願日	平成13年6月5日(2001.6.5)	(72)発明者	モレッテイ, ロベルト イタリア国 アイー10020 カンピアノ ピア マルティリ デラ リベルタ 33 ／10
(85)翻訳文提出日	平成14年12月6日(2002.12.6)	(74)代理人	弁理士 秋元 輝雄
(86)国際出願番号	PCT／EP 0 1／0 6 3 5 1		
(87)国際公開番号	WO 0 1／0 9 4 1 7 5		
(87)国際公開日	平成13年12月13日(2001.12.13)		
(31)優先権主張番号	TO 2 0 0 0 A 0 0 0 5 3 5		
(32)優先日	平成12年6月6日(2000.6.6)		
(33)優先権主張国	イタリア (I T)		
(81)指定国	EP(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, I T, LU, MC, NL, PT, SE, TR), CN, J P, US		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 鉄道列車車輪の円形状における欠陥の検出方法及び装置

(57)【要約】  
移動センサ（3）が鉄道列車の車輪（1）へ連結されていて、本センサは垂直軸（x）に沿った車輪の移動を表示する信号（M）を発生する。回転センサ（6）は車輪（1）の回転速度を表示する信号（S）を与える。移動信号（M）及び回転速度信号（S）は、前記速度信号（S）を用いてこれら双方の信号を相関させ後続するそれぞれが車輪の完全な1回転に対応する時間部分あるいは時間フレームにおいて垂直移動信号（M）を分割する電子処理装置（E）によって受け取られる。一定期間にわたって記憶された移動信号の後続する時間部分の平均を計算して車輪の実際のあるいは初期の円形状における欠陥を識別する。



(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 (a) 鉄道列車の車輪 (1) に連結され本来的に垂直な軸 (x) に沿った車輪の移動を表示する信号 (M) を発生する移動センサ手段 (3) を設ける工程、

(b) 車輪 (1) の回転速度を表示する信号 (S) を供給する回転センサ手段を設ける工程、

(c) 電子処理装置 (E) を用いて前記移動信号 (M) 及び回転速度信号 (S) を受け取り、前記速度信号 (S) を用いて前記双方の信号を相関させて後続するそれぞれが車輪の完全な 1 回転に対応する時間部分あるいは時間フレームにおいて前記垂直移動信号 (M) を分割する工程、

(d) 前記移動信号 (M) の前記後続する時間部分を記憶する工程、及び

(e) 一定期間中に記憶された前記移動信号の前記後続する時間部分の平均を計算し、該平均に基づいて車輪の実際のあるいは初期の円形状における欠陥を識別する工程から構成される鉄道列車車輪の円形状における欠陥の検出方法。

【請求項2】 車輪 (1) の回転数に合わせて反復されない応力を表示するデータを含む移動信号 (M) の時間部分が統計的に無関係となるように前記工程 (e) で計算された平均が多数の後続する時間部分に基づいて計算されることを特徴とする請求項1項記載の方法。

【請求項3】 前記工程 (c) が線路上の車輪の回転によって発生されないすべての振動成分を前記移動信号 (M) から取り除くため該移動信号 (M) をろ過する工程を含むことを特徴とする請求項1項記載の方法。

【請求項4】 前記速度信号を発生する工程 (b) が、  
車輪の完全な 1 回転ごとに単一の速度信号を発生する工程を含むことを特徴とする請求項1項記載の方法。

【請求項5】 前記速度信号を発生する工程 (b) が、  
車輪の完全な 1 回転ごとに多数 (n 個) のパルスを発生する工程、及び  
受け取った n 個のパルスごとに単一の出力速度信号を発する n 除算器へ前記パルスを伝達する工程から構成されることを特徴とする請求項1項記載の方法。

【請求項6】 前記信号 (M、S) を受け取る工程 (c) が、ほぼ一定速度で移動

(3)

する列車において行われることを特徴とする請求項1項記載の方法。

【請求項7】前記信号(M、S)を受け取る工程(c)が、100km/hを超える速度で移動する列車において行われることを特徴とする請求項1項記載の方法。

【請求項8】前記工程(e)の後に、前記後続する時間部分の平均が所定の閾値へ達しあるいはそれを越える時に警報信号(A)が自動的に発せられる工程が続くことを特徴とする請求項1項記載の方法。

【請求項9】鉄道列車の車輪(1)に連結され、本来的に垂直な軸(x)に沿った車輪の移動を表示する信号(M)を与えるための移動センサ手段(3)、

車輪(1)の回転速度を表示する信号(S)を与える回転センサ手段(6)、

—前記移動信号(M)及び前記速度信号(S)を受け取り、

—前記速度信号(S)を用いて前記双方の信号を相関させて後続するそれぞれが車輪の完全な1回転に対応する時間部分あるいは時間フレームにおいて前記垂直移動信号(M)を分割し、

—前記移動信号(M)の複数の後続する時間部分を記憶し、

—一定期間内に記憶された前記移動信号(M)の前記後続する時間部分の平均を計算し、及び

—前記平均に基づいて車輪の実際のあるいは初期の円形状における欠陥を識別する電子処理装置(E)から構成される鉄道列車車輪の円形状における欠陥の検出装置。

【請求項10】線路上の車輪の回転によって発生しないすべての振動成分を移動信号(M)から取り除くために該移動信号(M)をろ過する回路ろ過手段をさらに含むことを特徴とする請求項9項記載の装置。

【請求項11】前記後続する時間部分の平均が所定の閾値へ達しあるいはそれを越える時に自動的に警報信号(A)を発する警報手段をさらに備えることを特徴とする請求項9項記載の装置。

【請求項12】前記移動センサ手段(3)が車輪の完全な1回転ごとに単一の速度信号を発生するエンコーダ(7)へ連結されていることを特徴とする請求項9項記載の装置。

(4)

【請求項13】前記移動センサ手段（3）は車輪の完全な回転ごとに多数（ $n$ 個）のパルスが発生するエンコーダ（7）へ連結されており、及び操作上前記センサ手段（3）と連結され $n$ 個のパルスを受け取る毎に単一の出力速度信号を発する $n$ 除算器をさらに備えることを特徴とする請求項9項記載の装置。

【請求項14】鉄道列車車輪のそれぞれへ連結された移動センサ手段（3）及び速度センサ手段（6）を備えることを特徴とする請求項9項記載の装置。

【請求項15】前記移動センサ手段（3）が車輪の車軸を支持する素子（4）へ取り付けられていることを特徴とする請求項9項記載の装置。



(5)

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

本発明は鉄道列車車輪の円形状における欠陥を検出する方法及び装置に関する。

## 【0002】

車輪の回転面における主たる円形状の欠陥は以下のように要約できる。

- 列車の移動中に車輪がロックされることによって、あるいはより一般的にはブレーキの誤作動によってレール上の車輪回転面に平坦部分が生ずること、
- 車輪を形成している材料の不均質性に起因する車輪の不均衡な装着によって車輪の側面形状が円形ではなく例えば卵形あるいはローブ形状を呈すること。

## 【0003】

非円形な車輪は振動をひき起こし、車軸の性能へ有害な影響を与える他に車輪の他の部分へも損傷を生じ、時間経過とともに車輪の安全性を減じる。

## 【0004】

従来、車輪状態の検査方法は定期的な管理に制限があり、その際専門家が列車に乗り込んで乗り心地の程度を評定していた。専門化は状況によって列車の8個の車輪のうちの少なくとも1個を取り換える必要があること、あるいは車輪の側面を円形状となるように整備させる指示を与えていた。

## 【0005】

しかし、かかる検査方法では適時に車輪の円形状における欠陥の発生を予測あるいは検出して損傷がさらに悪化する前に欠陥を防止することができない。

## 【0006】

米国特許5,433,111号は一連の鉄道列車車輪及び鉄道列車が通過する線路の欠陥状態を検出する装置について開示している。本装置は、車輪の回転速度を表示するデータを生成する測定手段、3個の車軸のうちの1個が線路に対してほぼ垂直である3個の直交する車軸に沿った移動を表示するデータを生成する一連の加速度計、及び受け取った回転速度及び移動データに基づいて列車の少なくとも1個の車輪の欠陥状態を検出するデータプロセッサから構成されている。

## 【0007】

(6)

しかしながら、これら既知のシステムでは異常な振動が車輪によるのか、車軸ベアリングによるのか、あるいは線路やさらに他の原因によるのかを識別することができない限界がある。さらに、上記先行技術では列車のどの車輪に欠陥による影響が及んでいるかが識別できない。

## 【0008】

本発明は、円形状の欠陥の発生、欠陥の形態及びその正確な場所を適時に予測及び／または識別しリアルタイムに警報を発すること、とりわけ欠陥による影響が列車のどの車輪に及んでいるかを識別することを目的としている。

## 【0009】

本発明の他の目的は、車輪の作動状態を継続的に監視して適時に欠陥の変動に関するリアルタイムな情報を取得して、重大な破損について緊急に介入し、あるいは検出された破損の重大性次第では介入を遅延し、あるいは例えば作動上の欠陥が治まりあるいは治まっている場合のように介入を要しない場合か否かを判断することである。

## 【0010】

本発明のさらに他の目的は、適切な場合あるいは必要な場合のみに介入できるように整備を最適化することにより整備全体の終了時間を短縮することである。

## 【0011】

以下の説明によりさらに理解される上記の及び他の目的は本発明の第一の態様である請求項1項において限定された方法によって達成される。

## 【0012】

本発明の他の態様として、請求項9項に限定された装置が提供されている。

## 【0013】

さらに本発明の他の重要な特徴が従属請求項において限定されている。

## 【0014】

まず図1を参照するが、符号1は線路2上を移動する鉄道列車の車輪を模式的に表している。垂直方向xの加速を検出する移動センサ3が車輪の車軸を支持する素子に固定あるいは一体に形成された固定支持素子4上へ取り付けられている。

(7)

## 【0015】

図1に示した素子は当業者にはそれ自体既知であるので本明細書においては詳しい説明は行わない。例えば、前記固定支持素子4はベアリングの車軸箱であってもよく、あるいは車軸箱の外側カバー、あるいは車軸ベアリングの外側固定レース、あるいは前記レース上へ取り付けられたシーリングインサートであってもよい。

## 【0016】

前記移動センサ3には圧電性加速器が包含され、該加速器はそれを包含している同一ボディー中に組み込まれた増幅器と連結された既知形式の圧電性加速器であることが好ましい。

## 【0017】

図1には、車輪の回転する周辺部に平坦部分5があり、車輪が回転して該平坦部分を通過する時に車輪は前記移動センサ3によって検出される垂直方向の加速をひき起こす。その結果として前記移動センサは垂直車軸xに沿った車輪1の移動を表示する信号を発生する。

## 【0018】

前記垂直方向移動の信号は、該信号からすべての無関係な振動成分を取り除き、及び該信号の調和振動内容を管理下で維持される現象、すなわち側面が非円形な車輪の回転によって発生される振動、まで減じるハードウェア及び／またはソフトウェアろ過手段を介してろ過されることが好ましい。

## 【0019】

前記車輪には車軸とともに高速回転するエンコーダ7へ結合したスピードセンサ6、例えば回転速度の検出に通常使用されるタイプの衝撃車輪が備えられている。前記スピードセンサ6は固定支持素子上へ取り付けられ車輪軸の支持素子へ固定されるかあるいは該支持素子と一体に形成されることが好ましい。

## 【0020】

スピードセンサの及び、関連エンコーダあるいは衝撃車輪（いずれか既知のものでよい）の構造的及び操作上の特徴は本発明を理解する上では関連性がないのでここでは詳細な説明は行わない。ここでは、車輪1が回転する際に車輪はエン



(8)

コード7とともに高速回転するので、エンコーダ7の影響下でスピードセンサ6は車輪の回転速度を表示し一般的には車輪の角速度に比例する周波数をもつ信号を与えることだけ述べれば十分である。

【0021】

図1では、簡略のため、スピードセンサ3が移動センサ3を支持する同一素子4上に取り付けられている例が示されている。共通の支持素子上へセンサ3及び6を取り付けることを選択することによって一定の使用状況において好ましい解決を与えることにはなるが、本発明の実施目的にとっては明らかに必要不可欠な特徴ではない。

【0022】

好ましい実施態様においては、前記スピードセンサ6はベアリングの固定外側レースへ固定されている。

【0023】

第一の実施態様では、エンコーダ7には不規則な構造、例えば車輪の一定の角度位置の基準点として機能し車輪の円周上の点に対応する長めの歯状構造あるいは見えない窪みが設けられている。この場合、前記スピードセンサ6は車輪が完全に回転する毎に信号パルスあるいは信号を与える。

【0024】

別態様として及び好ましい実施態様によれば、一定数 $n$ （例えば $n=80$ ）のセクターをもつ衝撃車輪をエンコーダとして使用することによって該衝撃車輪へ連結されたスピードセンサは車輪が完全に回転する毎に衝撃を発するように構成される。前記スピードセンサによって発せられたパルスは $n$ 除算器へと与えられ、該除算器からの出力はスピードセンサによって受け取られた各 $n$ パルス毎にパルスを与える。

【0025】

いずれの場合においても、出力された速度パルス $S$ あるいは車輪の完全な回転ごとに与えられた信号は垂直移動センサ3からの信号 $M$ をも受け取る電子処理装置 $E$ （図2）へと供給される。

【0026】

(9)

前記電子処理装置Eは前記回転速度信号あるいは車輪のパルスSを用いて二つの信号M、Sを相関させて後続する車輪の完全な回転に対応する時間部分あるいはフレームにおいて前記垂直移動信号Mを分割する。

【0027】

前記フレームは電子処理装置E中あるいはそれに接続された別の電子装置中に記憶され、車輪が完全に1回転される間に受ける垂直方向の加速が縦軸に再現される図3に重ね合わせて示された複数のフレームを形成する。このデータ収集は一定期間にわたって継続的に実施される。

【0028】

車輪が線路の局所的な平坦でない部分、例えばレールの接合部分の不連続部あるいはレール上の点または異物上を通過する際に垂直方向の移動を示す異常信号が発生されることは特に重要である。その結果、互いに類似していても実際に互いに同一でないならば、他のフレームとは明らかに異なる対応異常フレームが取得される。

【0029】

それゆえ、例えば50フレーム毎あるいは選ばれた間隔とし、その間隔で得られたすべてのフレーム間の相関関数あるいは指数を周期的に計算し、所定の数値、すなわち他の数値とはかなり異なる数値より低い相関値をもつフレームを無視することが可能である。

【0030】

残っているフレーム、すなわち類似するフレームの平均を計算することによって、車輪の円形状欠陥に関する情報だけを含み及び例えば線路の変則性等の他の原因によるあらゆる非反復的故障を含まない平均波長（図4）が得られる。

【0031】

唯一の同期された周波数は車輪の完全な回転のそれであるので、最終平均は車輪とは無関係の原因による応力を考慮していないだけでなく車輪の回転速度とは異なる速度をもつ他の回転部分（例えば車軸ベアリングのローラー）の潜在的変則性による他の応力をも考慮していない。実際、他の回転部分による応力は車輪の回転とは同期していないので車輪の周波数とは異なる周波数を持ち、それら応

(10)

力は前記最終平均には影響をもたない。

#### 【0032】

別言すれば、回転中の車輪と同期した車輪の垂直移動の検出は、最終平均においては、車輪が非反復性応力を受けている回転中に検出されたデータ、より一般的には車輪の回転周波数と異なる周波数をもつ応力から得られるデータとは無関係である。データ収集は異常フレームを統計的に無関係とするために十分延期された期間にわたって行われなければならないことは明らかである。

#### 【0033】

以下において明らかになるように、本発明方法は理論的には列車が移動する速度とは無関係である。しかしながら、出願人が行った試験では列車が100 km/h以上のほぼ一定速度で移動する場合により結果が得られている。記憶されたフレーム（図3）から始まる最終平均波形（図4）を得るため、例えば指数関数的移動平均、平均値、平均二乗偏差等を計算する多数の統計的アルゴリズムを用いることができる。

#### 【0034】

上記データ収集は鉄道列車のすべての車輪について実施され、これにより欠陥発生を検出、初期欠陥状態の予測及びその時間経過に伴う進行の追跡が可能となり、またどの車輪が欠陥に関わっているかを識別することが可能となる。

#### 【0035】

また実際のあるいは初期の欠陥状態を識別する所定の閾値へ達しあるいはそれを超えた時に警報信号Aを自動的に発するように前記電子処理装置Eを設定することも可能である。

#### 【0036】

さらに本発明によれば、車輪の円周部上の正確な点に対応する一定の角度位置に速度信号あるいはパルスが発生した場合、上記により得られたフレームはその位置に対応した開始点をもつ。その結果、車輪の平均波形は実用的には円周部に沿った欠陥の位置を正確に示す車輪側面についての極性図を表示する。

#### 【図面の簡単な説明】

本発明の特徴及び利点は単に非限定的例示として示した添付図面を参照した以

(11)

下の実施態様の詳細な説明から明らかになる。

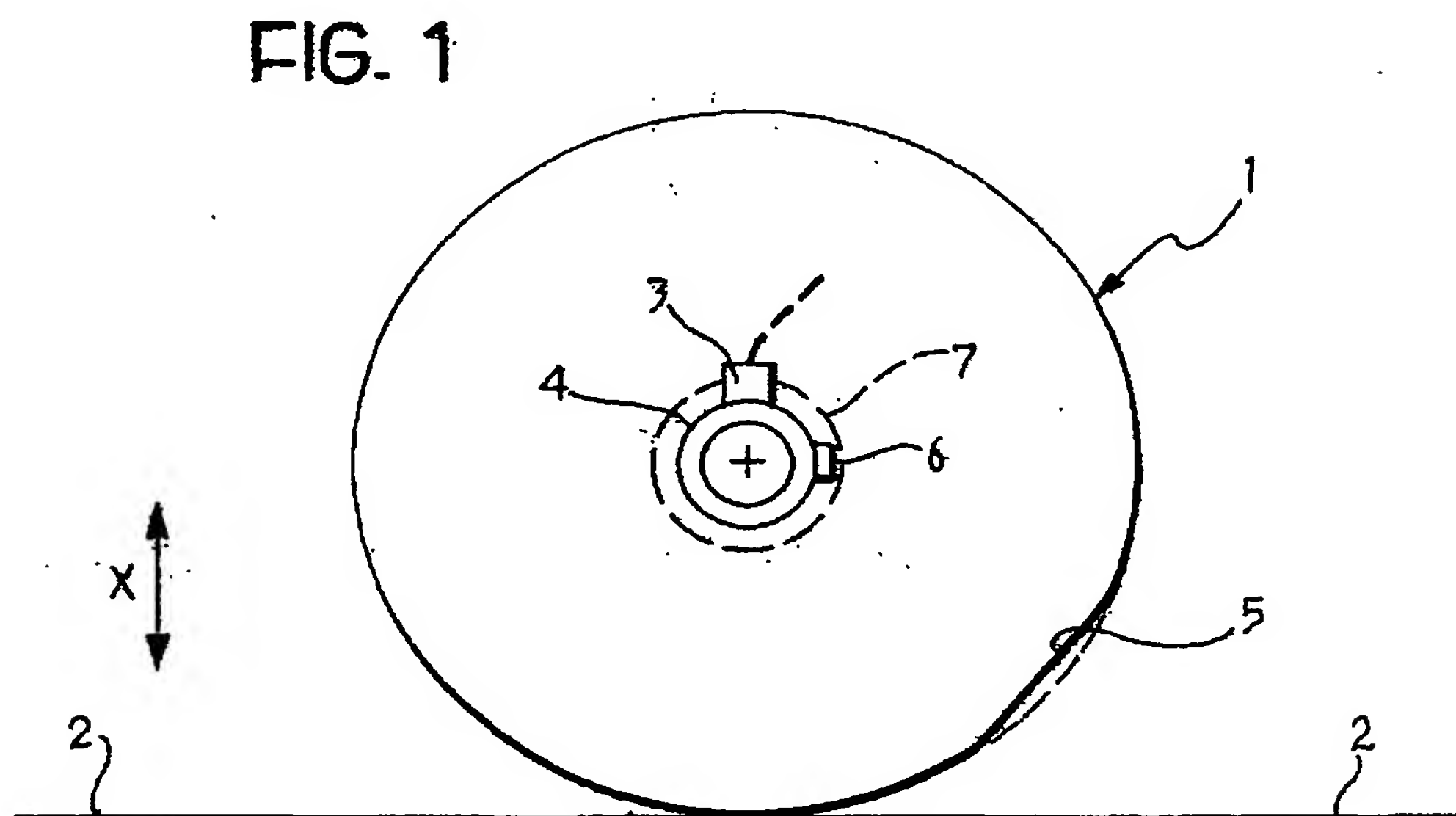
【図1】本発明に係る装置との関連における鉄道列車の車輪を模式的に示した図である。

【図2】本発明に係る装置における信号の発生及び処理を示すブロック図である。

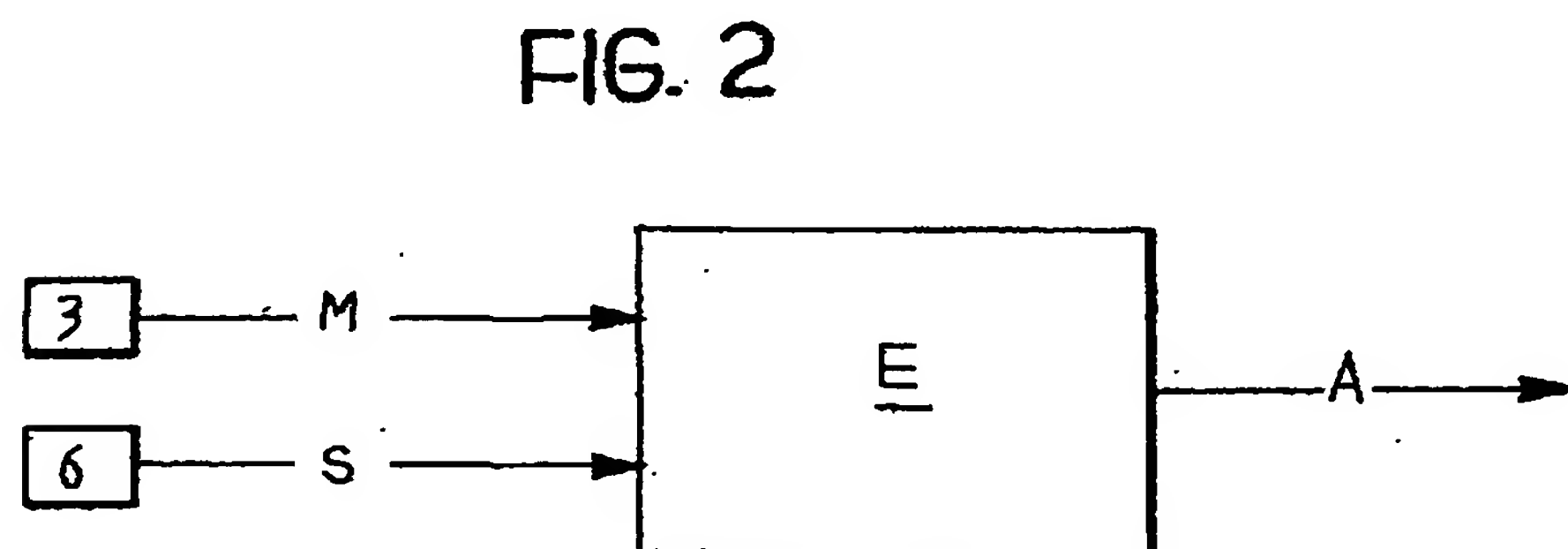
【図3】時間領域で図1の車輪の垂直運動を表示する信号の一連の後続フレームを示す図である。

【図4】図3の後続フレームの手段として得られた信号を示す図である。

【図1】

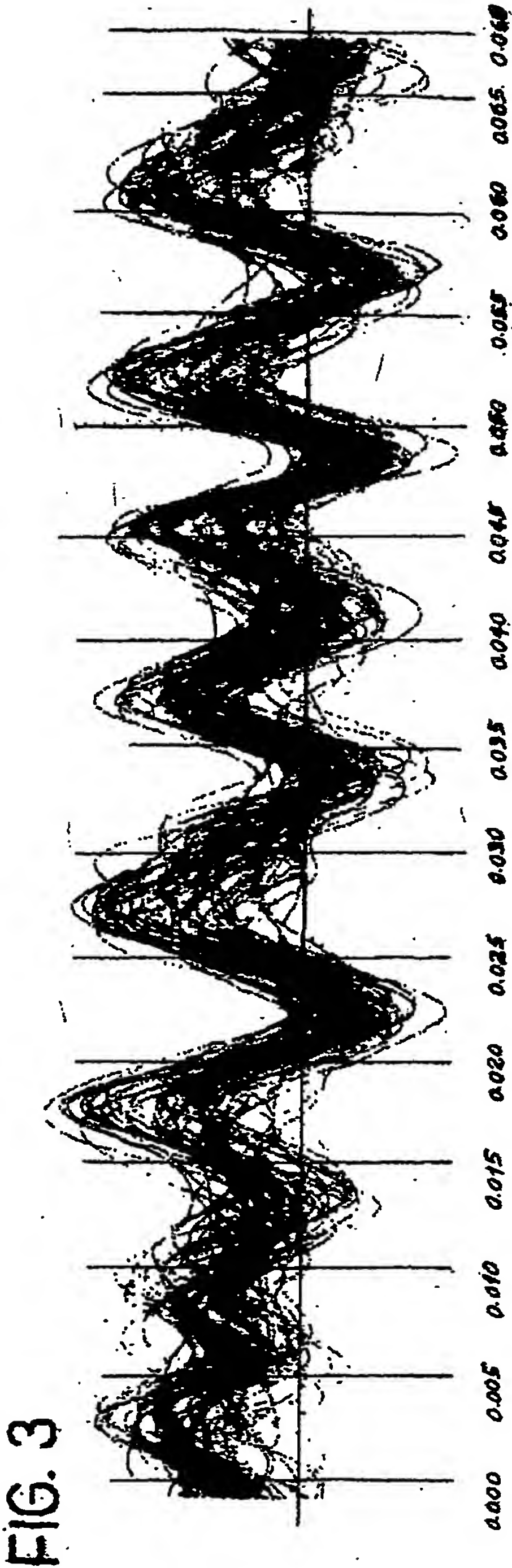


【図2】



(12)

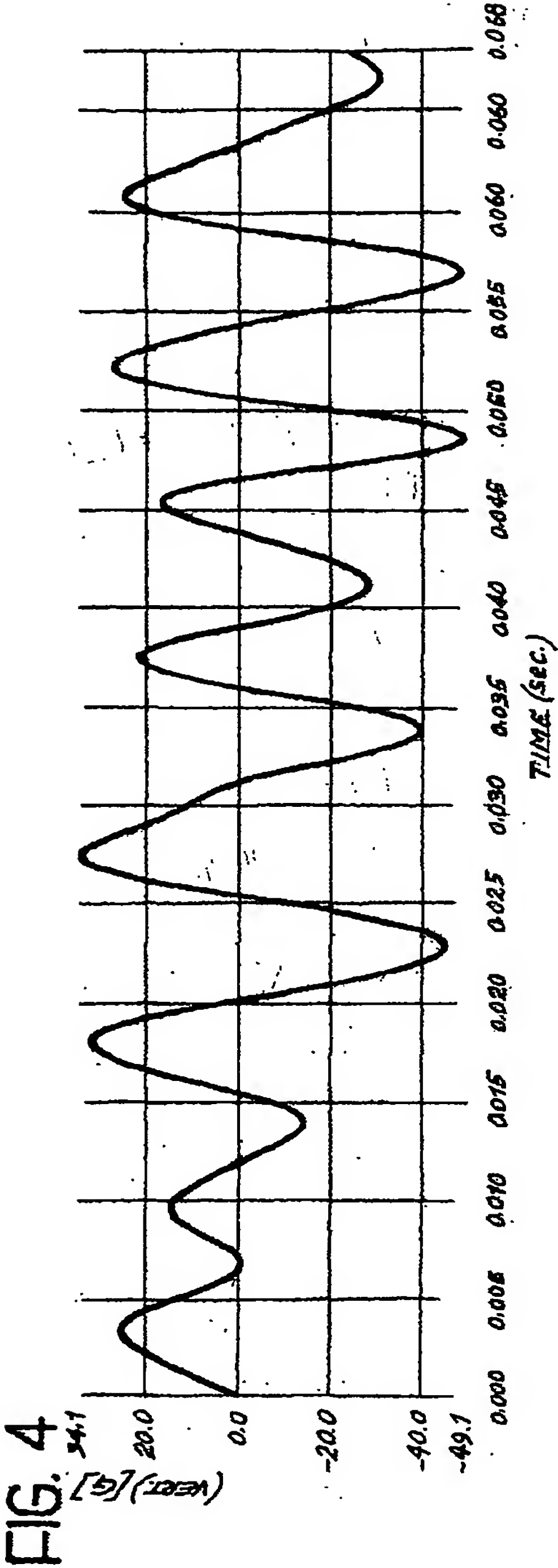
【図3】





(13)

【図4】



(14)

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Inter nal Application No PCT/EP 01/06351
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC 7 B61K9/12 G01B7/28 G01B21/20 G01M17/10		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 B61K G01B G01M		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 696 446 A (MOCHIZUKI ASAHI ET AL) 29 September 1987 (1987-09-29) column 2, line 19 -column 4, line 68; figures 1-5	1-15
A	US 5 433 111 A (HERSHEY JOHN E ET AL) 18 July 1995 (1995-07-18) column 4, line 2 -column 7, line 45; figures 1,2,3A,4A,5A,6A	1-15
A	US 3 844 513 A (BERNHARDSON R ET AL) 29 October 1974 (1974-10-29) abstract; figure 1	1-15
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
31 August 2001		12/09/2001
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. 5018 Patentplan 2 NL - 2200 HV Rijswijk Tel (+31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl. Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer Beyfuß, M

(15)

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No  
PCT/EP 01/06351

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4696446 A	29-09-1987	JP 1056373 B	29-11-1989
		JP 1571466 C	25-07-1990
		JP 59187241 A	24-10-1984
		FR 2543901 A	12-10-1984
US 5433111 A	18-07-1995	CA 2163626 A	16-11-1995
		DE 19580682 T	26-09-1996
		JP 9500452 T	14-01-1997
		WO 9530886 A	16-11-1995
US 3844513 A	29-10-1974	SE 332837 B	22-02-1971
		CA 953403 A	20-08-1974
		DE 2119146 A	04-11-1971
		FI 56799 B	31-12-1979
		FR 2089992 A	07-01-1972
		GB 1305003 A	31-01-1973
		JP 57044924 B	24-09-1982
		NL 7105375 A	26-10-1971
		SU 420195 A	15-03-1974

フロントページの続き

(72) 発明者 セマ, シルバノ  
イタリア国 アイー10060 セルセナスコ  
ピア ダンテ アリギエリ 2  
Fターム(参考) 2F069 AA24 AA68 AA99 BB27 GG04  
GG06 GG20 JJ17 NN17 NN26

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record.**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**